

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Vermittlung einer Mehrzahl von paket-orientierten Signalen

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vermittlung einer Mehrzahl von paket-orientierten Signalen, insbesondere für das Switching und Routing in lokalen Netzen nach dem Ethernet Standard.

10

In den letzten Jahren ist die Übertragungskapazität bzw. die Datenübertragungsrate in Netzwerken stark angestiegen. Dies führte zur Notwendigkeit, Vermittlungseinrichtungen, insbesondere Switches und Router, zu entwickeln, die einen Daten-

15

durchsatz im Multi-Gigabit- bzw. sogar Terabit-Bereich aufweisen. Bei derart hohen Übertragungsgeschwindigkeiten lassen sich die erforderlichen Netzwerkprotokolle nur noch als Hardware realisieren.

20

Vermittlungseinrichtungen für diese hohen Übertragungsgeschwindigkeiten werden nach einer Möglichkeit als aktive Backplane unter Verwendung einer Crossbar Architektur realisiert. Crossbar-Vermittlungsarchitekturen arbeiten vollständig parallel, so dass der Durchsatz derartiger Einrichtungen

25

nur durch die Anzahl der einzelnen Ports und das intern verwendete Kommunikationsprotokoll begrenzt ist.

Crossbar-Architekturen arbeiten üblicherweise mit mehreren Port-Chips, die über Interfaces mit einem zentralen Crossbar-Chip verbunden sind. Bekannte Crossbar-Chips beinhalten üblicherweise Pufferspeicher, um bei auftretenden Kollisionen Pakete oder Zellen zwischenzuspeichern. Die Zellen entstehen durch die üblicherweise - insbesondere bei Paketen variabler Länge - vorgenommene Segmentierung eines Pakets in Zellen mit bestimmter Länge, die dann innerhalb der Vermittlungseinrichtung weiterverarbeitet werden. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, auf rationelle Weise eine taktsynchrone Verarbei-

30

35

002220 6472950

2

5 tzung der Zellen zu realisieren. Zudem wird bei auftretenden  
Kollisionen, d.h. wenn mehrere Ports der Port-Chips versuchen  
auf denselben Port eines anderen Port-Chips zu übertragen,  
eine "faire" Übertragung der an den konkurrierenden Ports an-  
liegenden Signale bzw. Pakete erleichtert. Hierzu ist bei ei-  
nigen bekannten Einrichtungen mit dem Crossbar-Chip eine ex-  
terne Contention-Resolution-Einheit (Zellkonflikt-  
Auflösungseinheit) verbunden, die unter Verwendung bestimmter  
Algorithmen eine faire Auswahl der konkurrierenden Ports er-  
10 mittelt.

15 Daneben sind auch Crossbar-Architekturen bzw. Crossbar-Chips  
bekannt, bei denen auf eine interne Pufferung der Pakete bzw.  
Zellen und eine Contention-Resolution-Einheit ganz verzichtet  
wird, jedoch wird bei derartigen Strukturen im Kollisionsfall  
der Verlust von Paketen bzw. Zellen in Kauf genommen.

20 Bei den bekannten Architekturen wird, wie bereits erwähnt,  
üblicherweise eine Segmentierung der den Ports zugeführten  
Datenpakete vorgenommen. Die einzelnen Zellen werden dann in  
einem Pufferspeicher abgelegt, der ohnehin erforderlich ist,  
um Spitzen in der Übertragungsrate bei Systemen mit variabler  
Datenübertragungsrate - beispielsweise Systemen, bei denen  
verschiedene Dienste auf denselben Leitungen übertragen wer-  
25 den - abfangen zu können.

30 Nachteilig bei diesen bekannten Systemen ist der relativ hohe  
Realisierungsaufwand, da praktisch die gesamten Protokollme-  
chanismen wegen der hohen Übertragungsgeschwindigkeit als  
Hardware realisiert werden müssen. Insbesondere das Vorsehen  
von Pufferspeichern und zugehörigen Hochgeschwindigkeitsüber-  
tragungswegen für die interne Datenübertragung von und zu den  
Pufferspeichern führt zu einem beträchtlichen Teil des Ge-  
samtaufwands bei der Realisierung von derartigen Vermitt-  
35 lungseinrichtungen. Des Weiteren führt eine doppelte Puffe-  
rung zu einer unerwünscht hohen Verzögerungszeit für die ver-  
mittelten Signale. Bei einem Überlauf des Puffers können zu-

00227179"072700

3

dem Zellverluste auftreten. Schließlich bedingt die Realisierung der Kommunikation zwischen einer bei einigen bekannten Einrichtungen vorhandenen externen Contention-Resolution-Einheit und einer zentralen Vermittlungseinheit einen beträchtlichen Aufwand.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vermittlung einer Mehrzahl von paket-orientierten Signalen zu schaffen, wobei auf einfache Weise und mit geringem Aufwand ein möglichst hoher Datendurchsatz bei möglichst geringer Verzögerungszeit und bei gleichzeitiger Blockierungsfreiheit gewährleistet werden kann und eine gute Skalierbarkeit eines aus mehreren Komponenten bestehenden Systems erreicht wird.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 8.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass unter Verwendung des an sich bekannten und im Sinne einer guten Skalierbarkeit vorteilhaften Aufbaus einer Vermittlungseinrichtung für paket-orientierte Signale, bei dem mehrere Porteinheiten mit jeweils einer bestimmten Anzahl von Ports mit einer zentralen Vermittlungseinheit gekoppelt sind, ein hoher Datendurchsatz und eine (interne) Blockierungsfreiheit bei gleichzeitig geringem Realisierungsaufwand dadurch erreicht werden kann, dass die in den Porteinheiten ohnehin erforderlichen Pufferspeicher gleichzeitig zur Zwischenpufferung in Verbindung mit der Realisierung einer Contention-Resolution-Funktion mit benutzt werden.

Die Contention-Resolution-Funktion wird erfindungsgemäß in der Weise realisiert, dass die Porteinheiten Verfügbarkeitsinformationen an die zentrale Vermittlungseinheit übermitteln, wobei die Verfügbarkeitsinformationen beinhalten, an welche der jeweils anderen Porteinheiten wenigstens ein Datenpaket oder eine Zelle übertragen werden soll. Die zentrale

004220" 62722960

Vermittlungseinheit wertet die Verfügbarkeitsinformationen aus und ermittelt nach einer vorgegebenen Vorschrift (Contention-Resolution-Algorithmus) Berechtigungsinformationen, die beinhalten, von welchen Porteinheiten (Sende-Porteinheiten) im nächsten Schritt oder in einem bestimmten der nächsten Schritte jeweils ein Datenpaket oder eine Zelle an welche jeweils anderen Porteinheiten (Empfangs-Porteinheiten) übertragen werden kann, ohne dass eine Blockierung auftritt.

- 10 Die zentrale Vermittlungseinheit übermittelt die Berechtigungsinformationen zumindest an die betreffenden Sende-Porteinheiten, die als sendeberechtigt zu einer bestimmten anderen Porteinheit ermittelt wurden, und schaltet die erforderlichen Pfade zwischen den Sende-Porteinheiten und den Empfangs-Porteinheiten durch. Das Durchschalten der Pfade kann dabei entweder direkt durch die Auswertung der von der Contention-Resolution-Einheit ermittelten zulässigen Übertragungsberechtigungen erfolgen oder durch die Auswertung von Adressinformationen in den übertragenen Datenpaketen oder
- 15
- 20 Zellen.

Die Sende-Porteinheiten übertragen die jeweils freigegebenen Datenpakete oder Zellen an die zentrale Vermittlungseinheit und die zentrale Vermittlungseinheit überträgt diese über die durchgeschalteten Pfade an die jeweiligen Empfangs-Porteinheiten.

25

Die Empfangs-Porteinheiten werten die Adressinformationen der empfangenen Datenpakete oder Zellen aus und ordnen die Datenpakete oder Zellen den betreffenden Ports zu. Erforderlichenfalls fassen die Empfangs-Porteinheiten die in mehreren Schritten empfangenen Zellen wieder zu Datenpaketen zusammen und geben die Datenpakete über die betreffenden Ports an den jeweiligen Adressaten aus.

30

35 Gegenüber bekannten Strukturen ergibt sich der Vorteil, dass in der zentralen Vermittlungseinheit, die als Crossbar-Chip

00627179.072700

5

ausgebildet sein kann, keine eigenen Pufferspeicher vorgesehen sein müssen. Hierdurch wird die für den Chip erforderliche Fläche stark reduziert. Zudem entfallen Chip-interne Hochgeschwindigkeitsleitungen für die Datenübertragung von und zu den Pufferspeichern und die Adressierung der Pufferspeicher. Zudem erübrigen sich Maßnahmen, um einen Überlauf solcher Pufferspeicher zu verhindern.

Um innerhalb der erfindungsgemäßen Vermittlungsvorrichtung eine möglichst hohe (interne) Übertragungsgeschwindigkeit zu erreichen und den Protokollaufwand zu minimieren, erfolgt das Übertragen der Verfügbarkeits- und Berechtigungsinformationen und der Datenpakete bzw. Zellen synchron in vorgegebenen Zeitintervallen.

Nach der bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung werden die Verfügbarkeitsinformationen im Header eines Pakets oder einer Zelle vorgesehen, welches oder welche von einer Sende-Porteinheit an die zentrale Vermittlungseinheit übertragen wird. Hierdurch ergibt sich keinerlei zusätzlicher Protokollaufwand für die Übertragung der Verfügbarkeitsinformationen.

Vorzugsweise bestehen die Verfügbarkeitsinformationen aus einer Anzahl von Bits, die der tatsächlichen oder maximal möglichen Anzahl von mit der zentralen Vermittlungseinheit verbundenen oder verbindbaren Porteinheiten entspricht, wobei die Position eines Bit innerhalb der Anzahl von Bits die Porteinheit anzeigt, an die ein Paket oder eine Zelle zur Übertragung zur Verfügung steht, und wobei ein binärer Zustand der Bits für das Vorhandensein eines zu übertragenden Datenpakets oder einer zu übertragenden Zelle steht und der jeweils andere binäre Zustand für das Fehlen. Hierdurch ergibt sich der Vorteil eines nur minimal größeren Datenpakets bzw. einer nur minimal größeren Zelle.

095249.02700

In analoger Weise können die Berechtigungsinformationen im Header eines Pakets oder einer Zelle untergebracht werden, welches oder welche von der zentralen Vermittlungseinheit an die betreffenden Porteinheiten übertragen werden.

5

Die Berechtigungsinformationen können beispielsweise aus einer Anzahl von Bits bestehen, in welchen eine kodierte Bezeichnung für diejenige Porteinheit enthalten ist, zu der die Übertragung eines Datenpakets oder einer Zelle von derjenigen Porteinheit, an welche diese Berechtigungsinformation übermittelt wird, freigegeben wird.

15

Um eine Zuordnung eines an die zentrale Vermittlungseinheit übertragenen Datenpakets bzw. einer an diese übertragene Zelle zu einem Port einer Empfangs-Porteinheit zu ermöglichen, wird bei der bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung im Header eines Pakets oder einer Zelle die Porteinheit und der Port der Porteinheit angegeben.

20

Die Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, umfasst in an sich bekannter Weise mehrere, jeweils wiederum mehreren Ports aufweisende Porteinheiten, welche mit einer zentralen Vermittlungseinheit verbunden sind. Die Porteinheiten und die zentrale Vermittlungseinheit weisen jeweils eine Steuereinheit auf, welche zur Durchführung der vorstehend erläuterten Verfahrensschritte ausgebildet sind.

25

Erfindungsgemäß kann die zentrale Vermittlungseinheit eine Einheit zur Kollisionsauflösung umfassen, die nach einer vorgegebenen Vorschrift möglichst faire Berechtigungsinformationen für den Fall erstellt, dass in mehreren Porteinheiten zur selben Zeit mindestens ein Datenpaket oder eine Zelle zur Übertragung zu derselben anderen Porteinheit zur Verfügung steht.

35

Nach der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Einheit zur Kollisionsauflösung integriert mit der zentralen

09627179-072700

Vermittlungseinheit ausgebildet. Hierdurch ergibt sich der Vorteil eines sehr einfachen modularen Aufbaus einer entsprechenden Vermittlungsvorrichtung. Zudem gewährleistet die Integration der Einheit zur Kollisionsauflösung die geforderte hohe Geschwindigkeit, da lediglich kurze Wege für die Übertragung der Verfügbarkeitsinformationen zu dieser Einheit und der Berechtigungsinformationen von dieser Einheit in Kauf genommen werden müssen.

10 Nach einer Ausführungsform der Vorrichtung nach der Erfindung umfassen die Steuereinheiten der Porteinheiten jeweils eine Schnittstelleneinheit zur Kopplung der Porteinheiten mit der zentralen Vermittlungseinheit und eine Protokolleinheit zur Durchführung der Porteinheit-internen Steueraufgaben.

15 Die Protokolleinheiten übermitteln den Schnittstelleneinheiten vorzugsweise jeweils die Information, ob für die jeweils anderen Porteinheiten keine, eine einzige oder wenigstens zwei Datenpakete oder Zellen zur Übertragung zur Verfügung stehen. Auf diese Weise kann die Schnittstelleneinheit nach 20 Erhalt von Berechtigungsinformationen für einen der Ports ohne weitere Kommunikation mit der Protokolleinheit aus diesen Informationen die Verfügbarkeitsinformationen für den nächsten Schritt oder einen bestimmten der nächsten Schritte ermitteln.

Vorzugsweise überträgt die Schnittstelleneinheit die nach Erhalt von Berechtigungsinformationen ermittelten nächsten Verfügbarkeitsinformationen sofort mit dem nächsten Datenpaket 30 oder der nächsten Zelle an die zentrale Vermittlungseinheit.

Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

35 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

00227179-072700

Fig. 1 die schematische Architektur einer Vermittlungsvorrichtung nach der Erfindung bei gleichzeitiger schematischer Darstellung des Datenflusses;

Fig. 2 die schematische Darstellung der zentralen Vermittlungseinheit und einer Porteinheit in Fig. 1 unter gleichzeitiger Darstellung des Informationsflusses bei der Kollisionsauflösung;

Fig. 3 den schematischen Aufbau der von den Porteinheiten zur zentralen Vermittlungseinheit (Fig. 3a) und von der zentralen Vermittlungseinheit zu den Porteinheiten (Fig. 3b) übertragenen Datenblöcke.

Fig. 1 zeigt schematisch die Architektur einer Vermittlungsvorrichtung 1 nach der Erfindung, welche aus insgesamt N Porteinheiten  $3_1$  bis  $3_N$  und einer zentralen Vermittlungseinheit 5 besteht. Jede der N Porteinheiten  $3_1$   $3_N$  weist n Ports  $7_1$  bis  $7_n$  auf, denen jeweils ein Signal  $S_{1j}$  zugeführt werden kann, wobei gilt:  $1=i=n$  und  $1=j=N$ . Die Porteinheiten sind üblicherweise so ausgebildet, dass an jedem Port eine bidirektionale Kommunikation möglich ist. Selbstverständlich kann das Prinzip der vorliegenden Erfindung jedoch auch auf Systeme angewandt werden, bei denen bestimmte oder alle Ports nur für eine unidirektionale Kommunikation ausgebildet sind. Dies wird jedoch in der Praxis eher selten der Fall sein.

Die in Fig. 1 dargestellten Porteinheiten 3 sind vorzugsweise als integrierte Portbausteine oder separate Baueinheiten ausgeführt. Gleiches gilt für die zentrale Vermittlungseinheit 5. Hierdurch wird ein modularer Aufbau erreicht, der wiederum eine einfache Skalierung, d.h. Anpassung der Vermittlungsvorrichtung an die jeweils erforderliche Anzahl von zu vermittelnden Datenleitungen ermöglicht.

002270.6472960



Wie in Fig. 1 dargestellt, sind die Porteinheiten 3 und die zentrale Vermittlungseinheit 5 über Schnittstelleneinheiten verbunden. Die in den Porteinheiten 3 vorgesehenen Schnittstelleneinheiten sind dabei mit "CB-IF" (Crossbar Interface) bezeichnet und die in der zentralen Vermittlungseinheit 5 vorgesehenen Schnittstelleneinheiten mit "Port IF" (Port Interface). Dabei ist in der zentralen Vermittlungseinheit 5 für jede Porteinheit 3 eine separate Schnittstelleneinheit Port IF vorgesehen. Jede Schnittstelleneinheit Port IF und CB-IF kann, wie aus Fig. 4 für die zentrale Vermittlungseinheit ersichtlich, über eine Low-Voltage-Differential-Signaling-Einheit (LVDS) mit den Übertragungsleitungen zwischen den Porteinheiten 3 und der zentralen Vermittlungseinheit 5 verbunden sein. Hierdurch ist eine Reduktion der Anzahl der Verbindungsleitungen möglich, wobei beispielsweise zwischen den Schnittstelleneinheiten Port IF bzw. CB-IF und den LVDS-Einheiten 16 Bit breite Datenleitungen vorgesehen sein können und zwischen den LVDS-Einheiten 4 Bit breite Datenleitungen (jeweils differentielle Signale auf insgesamt 8 physikalischen Leitungen).

Die zentrale Vermittlungseinheit 5 übernimmt die Funktion eines Crossbar-Schalters, so dass eine vollständig zeitlich parallele interne Datenübertragung von maximal N (Crossbar-internen) Signalen möglich ist (bei Realisierung einer Voll-duplexübertragung über LVDS-Einheiten). Die Datenein-/ausgänge der Schnittstelleneinheiten Port IF sind mit der eigentlichen Switching-Matrix (Matrix) verbunden. Des Weiteren kann ein Port IF die Switching-Matrix in der ihr mitgeteilten Weise durchschalten, so dass der gewünschte Pfad von einem Port IF zu einem anderen Port IF innerhalb der zentralen Vermittlungseinheit für die Datenübertragung zur Verfügung steht. Um zu verhindern, dass mehrere Ports 7 verschiedener Porteinheiten 3 gleichzeitig auf einen Port 7 einer anderen Porteinheit zugreifen - dies würde einen Zellverlust bzw. eine interne Blockierung bedeuten -, ist eine Einheit 8 zur Auflösung von Kollisionen vorgesehen, die im Folgenden

004220"64742260

auch als Contention-Resolution-Einheit (CR) bezeichnet wird. Die CR-Einheit 8 ist vorzugsweise innerhalb der zentralen Vermittlungseinheit vorgesehen und zusammen mit dieser als integrierter Schaltkreis ausgebildet. Da die CR-Einheit 8, wie aus der folgenden Beschreibung ersichtlich, sehr schnell Daten zwischen ihr und den Schnittstelleneinheiten Port IF austauschen muss, ergibt sich durch die Integration der CR-Einheit der Vorteil sehr kurzer Hochgeschwindigkeitsübertragungsleitungen.

10

Im Folgenden wird anhand der Figuren das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die Funktion der Vermittlungsvorrichtung nach der Erfindung näher erläutert:

15 Entsprechend der Darstellung in Fig. 1 sind den Ports  $7_1$  bis  $7_n$  der Porteinheiten  $3_1$  bis  $3_n$  jeweils ein Signal  $S_{ij}$  zugeführt. Bei den Signalen handelt es sich um jeweils einen Strom von Datenpaketen, die eine unterschiedliche Länge aufweisen können.

20

Zunächst werden die Datenpakete der einzelnen Signale  $S_{ij}$  von den Porteinheiten 3 segmentiert, d.h. in einzelne Zellen konstanter Länge aufgeteilt. Die Zellen werden in einem Pufferspeicher 9 abgelegt, der in den Porteinheiten 3 integriert oder als externer Speicher ausgebildet sein kann. Die Segmentierung übernimmt eine in jeder Porteinheit 3 vorgesehene, nicht näher dargestellte Steuereinheit, die den Pufferspeicher 9 so organisiert, dass für jede der jeweils anderen Porteinheiten 3 ein separater virtueller Pufferspeicher (9a)

30 entsteht, in welchem die an die betreffende andere Porteinheit zu übertragenden Zellen enthalten sind. Zu diesem Zweck wertet jede Porteinheit 3 bzw. deren Steuereinheit die Adressinformation jedes empfangenen Pakets aus, und stellt anhand dieser Information fest, ob das Paket bzw. die entsprechenden Zellen an eine andere Porteinheit 3 übertragen werden müssen oder nicht und ordnet die entsprechenden Zellen dem jeweiligen virtuellen (9a) Speicher zu. Die Zuordnung der Zellen ei-

09627179 " 072700

11 ,

nes Datenpakets untereinander kann durch das Vorsehen von Pointern aufrechterhalten werden kann. Selbstverständlich kann auch jeweils ein separater Speicher für jede der anderen Porteinheiten vorgesehen sein.

5

Bei den separaten oder virtuellen Speichern (9a) handelt es sich dem Typ nach um FIFO-Speicher, da beim Ein- und Auslesen der Zellen deren Reihenfolge erhalten bleiben soll.

10 Stellt die Porteinheit fest, dass keine Übertragung an eine andere Porteinheit erforderlich ist, so übernimmt die Porteinheit den Porteinheit-internen Vermittlungsprozess.

15 Selbstverständlich wird in der Regel auch hierfür eine Pufferung der Datenpakete notwendig sein, nicht jedoch zwingend deren Segmentierung. Da diese Porteinheit-interne Vermittlungsfunktion der Vermittlungsvorrichtung 1 für die vorliegende Erfindung nicht relevant ist, kann auf eine detailliertere Erläuterung verzichtet werden.

20 Ein derartiger Pufferspeicher 9 pro Porteinheit 3 ist in jedem Fall erforderlich, da intern jeweils nur eine Zelle von einer Porteinheit zur zentralen Vermittlungseinheit übertragen werden kann. Zudem wird bei einer asynchronen Übertragung der Signale  $S_{1j}$  eine Pufferung erforderlich, um Übertragungsspitzen abzufangen. Dies ist beispielsweise in ATM-Systemen  
25 der Fall, da unterschiedliche Dienste mit unterschiedlichen Datenübertragungsraten arbeiten.

30 Grundsätzlich kann auch auf eine Segmentierung der Pakete zur internen Übertragung verzichtet werden und eine Übertragung der Datenpakete innerhalb der Vermittlungsvorrichtung 1 im Ganzen erfolgen. Durch eine Segmentierung ergibt sich jedoch der Vorteil, dass innerhalb der Vermittlungsvorrichtung unabhängig von der jeweiligen Länge der Pakete eine taktsynchrone  
35 Übertragung erfolgen kann. Zudem wird eine faire Behandlung der einzelnen (Ausgänge der) Porteinheiten einfacher.

002220" 5272960

## 12

Die Übertragung der Zellen innerhalb der Vermittlungsvorrichtung 1 erfolgt taktsynchron, d.h. in einem Timeslot werden jeweils ein oder mehrere Zellen von den Porteinheiten 3 zur zentralen Vermittlungseinheit 5 und umgekehrt übertragen. Ein Timeslot kann bei einer internen Übertragungsgeschwindigkeit von 2 Gbit/s (auf jeder Verbindung zwischen den Porteinheiten und der zentralen Vermittlungseinheit und innerhalb der zentralen Vermittlungseinheit) und einer Zellenlänge oder -größe von 70 Bit beispielsweise eine Zeitdauer von 280 ns aufweisen.

Um eine Blockierung innerhalb der Vermittlungsvorrichtung zu vermeiden, übermittelt jede Porteinheit 3 zunächst Verfügbarkeitsinformationen an die zentrale Vermittlungseinheit 5. Die Verfügbarkeitsinformationen beinhalten, für welche anderen Porteinheiten momentan in der jeweiligen Porteinheit Zellen zur Übertragung vorhanden sind. Im oben angegebenen Modell der in den Porteinheiten für die jeweils anderen Porteinheiten vorgesehenen virtuellen separaten Pufferspeicher (9a) ausgedrückt, beinhalten die Verfügbarkeitsinformationen also, ob in den einzelnen virtuellen Pufferspeichern jeweils keine oder wenigstens eine Zelle enthalten ist.

Die Verfügbarkeitsinformationen können, wie in Fig. 3a dargestellt, im Header der jeweils von den Porteinheiten 3 zur zentralen Vermittlungseinheit 5 übertragenen Zellen übertragen werden, um einen separaten Übertragungsschritt und den damit verbundenen höheren Protokollaufwand zu vermeiden.

Die Verfügbarkeitsinformationen können dabei als Contention-Request-Vektor (CRreq) zusammengefasst werden, wobei der Vektor entsprechend der Anzahl der Porteinheiten aus N Bit besteht. Die Position jedes Bit innerhalb des CRreq-Vektors gibt die Nummer j ( $1=j=N$ ) der Porteinheit 3, an und die Belegung des betreffenden Bit, ob in der jeweiligen Porteinheit für die Porteinheit 3, eine Zelle zur Übertragung zur Verfügung steht.

002220.072200

Der CRreq-Vektor muss nicht zwingend mit der tatsächlich im nächsten Timeslot zu übertragenden Zelle verknüpft sein, sondern kann ein oder mehrere Timeslots in die Zukunft gerichtet  
5 sein., D.h., die jeweilige Verfügbarkeitsinformation bezieht sich auf Zellen, die erst in zwei oder mehreren Timeslots in der Zukunft möglicherweise übertragen werden.

Die zentrale Vermittlungseinheit 5 bzw. die Schnittstelleneinheiten Port IF lesen nach dem Empfang der ggf. mehreren  
10 gleichzeitig von den Porteinheiten übertragenen Zellen jeweils die darin enthaltenen Verfügbarkeitsinformationen aus und übermitteln diese zusammen mit der Information, von welcher Porteinheit die Verfügbarkeitsinformation übertragen  
15 wurden, an die CR-Einheit 8. Die CR-Einheit 8 ermittelt nach einem vorgegebenen Contention-Resolution-Algorithmus jeweils eine mögliche Kombination von zulässigen, d.h. kollisionsfreien Übertragungsmöglichkeiten von entsprechenden Sendeporteinheiten zu entsprechenden Empfangsporteinheiten.

Die so ermittelte Kombination wird in Form von Berechtigungsinformation CRgnt zumindest an diejenigen Porteinheiten 3  
übermittelt, die für den betreffenden Timeslot eine Übertragungsberechtigung erhalten sollen.

Vorzugsweise werden diese Berechtigungsinformationen, wie aus Fig. 3b ersichtlich, wiederum im Header von Zellen übertragen. Beispielsweise kann die jeweilige Schnittstelleneinheit Port IF die kodierte Chip-ID der Porteinheit, zu der eine  
30 Übertragung von der mit der jeweiligen Schnittstelleneinheit Port IF verbundenen Porteinheit freigegeben wurde, in den Header einer zu übertragenden Zelle schreiben, wenn der mit der jeweiligen Port IF verbundenen Porteinheit für den betreffenden Timeslot eine Übertragungsberechtigung (für die  
35 betreffende Zelle) erteilt werden soll. Soll der betreffenden Porteinheit keine Berechtigung erteilt werden, so kann der Header im Bereich, der für die Berechtigungsinformation re-

09627179.072200

14

serviert ist, eine definierte Belegung enthalten, die von den Porteinheiten als "keine Berechtigung erteilt" interpretiert wird.

- 5 Die zentrale Vermittlungseinheit 5 bzw. die Schnittstellen-  
einheiten Port IF lesen nach dem Empfang einer Zelle nicht  
nur die den Verfügbarkeitsvektor CRreq aus, sondern auch zu-  
mindest diejenigen Adressinformationen (in Fig. 3 mit  
"destination" bezeichnet), die benötigt werden, um die Por-  
teinheit zu ermitteln, an die die betreffende Zelle übertra-  
gen werden soll.

- 15 Anstelle einer derartigen Adressauswertung kann jede Schnitt-  
stelleneinheit Port IF auch die Berechtigungsinformationen,  
die ihr von der CR-Einheit zugeführt werden, dazu verwenden,  
um im betreffenden Timeslot die Switching-Matrix so durchzu-  
schalten, dass die jeweilige Zelle noch im selben Timeslot an  
die richtige Porteinheit übertragen wird.

- 20 Da im Header der Zellen, die von der zentralen Vermittlungs-  
einheit 5 an die jeweiligen Porteinheiten 3 übertragen wer-  
den, kein CRreq-Vektor enthalten sein muss, kann dieser Platz  
im Header zur Übertragung anderer Informationen genutzt wer-  
den, beispielsweise für Zustandsinformationen der Porteinhei-  
ten 3.

- 30 In den Porteinheiten 3 werden nach dem Empfang einer Zelle  
die Berechtigungsinformationen CRgnt ausgelesen und festge-  
stellt, ob für den betreffenden Timeslot eine Berechtigung  
(entsprechend den zuvor an die zentrale Vermittlungseinheit 5  
Übersandten Verfügbarkeitsinformationen) erteilt wurde

- 35 Die Porteinheit bzw. die entsprechende Steuereinheit, die  
nach dem Empfang einer Zelle feststellt, dass eine Berechti-  
gungsinformation vorliegt, stellt die betreffende Zelle, für  
die zuvor eine Verfügbarkeitsinformation an die zentrale Ver-  
mittlungseinheit übermittelt wurde, zur Übertragung in dem

002220" 6272360

15

betreffenden Timeslot bereit. Hierzu wird die betreffende Zelle aus dem Speicher 9 ausgelesen und an die Schnittstelleneinheit CB-IF übergeben.

- 5 Nach dem Empfang einer Zelle durch eine Porteinheit 3 liest die Steuereinheit der Porteinheit die Adressinformation im Header der Zelle und ordnet die Zelle dem jeweilige Ausgangsport bzw. der jeweiligen Media Access Control (MAC) (nicht dargestellt) zu. Zudem werden in der Porteinheit bzw. der jeweiligen MAC der einzelnen Ports die einzelnen Zellen wieder zu den ursprünglichen Datenpaketen zusammengesetzt und an den jeweiligen Adressaten übermittelt.

- 15 Nach dem Empfang einer Zelle durch die Schnittstelleneinheit CB-IF einer Porteinheit und dem Auslesen und Auswerten der Berechtigungsinformation muss sofort eine neue Verfügbarkeitsinformation ermittelt werden. Dieser Vorgang ist extrem zeitkritisch.

- 20 Insbesondere würde es zu lange dauern, erst die betreffende Zelle, für die eine Sendeberechtigung erteilt wurde, aus dem Speicher auszulesen, anschließend die geänderte Speicherbelegung festzustellen und das Vorhandensein einer Zelle in den virtuellen separaten Pufferspeichern (9a) an die Schnittstelleneinheit CB-IF zu melden.

- 30 Aus diesem Grund wird der Schnittstelleneinheit von der jeweiligen Protokolleinheit (nicht dargestellt, ebenfalls Teil der Steuereinheit der Porteinheiten) mitgeteilt ob keine, eine einzige oder wenigstens zwei Zellen zur Übertragung an jede der anderen Porteinheiten zur Verfügung stehen. Auf diese Weise kann die Schnittstelleneinheit CB-IF nach Erhalt einer Berechtigungsinformation für die jeweilig Porteinheit ohne weitere Kommunikation mit der Protokolleinheit und damit ohne  
35 Zeitverlust aus diesen Informationen die nächsten Verfügbarkeitsinformationen ermitteln und diese sofort mit der näch-

09627179.072700

16

sten zu übertragenden Zelle an die zentrale Vermittlungseinheit übertragen.

- Die zentrale Vermittlungseinheit 5 kann, wie in Fig. 4 dargestellt, zusätzlich über eine Schnittstelleneinheit  $\mu$ P-IF verfügen, die für die Kommunikation der zentralen Vermittlungseinheit 5 mit einem übergeordneten Controller dient. Dieser kann insbesondere Testroutinen durchführen. Des Weiteren kann die zentrale Vermittlungseinheit 5 eine Testeinheit (in Fig. 4 mit "Test" bezeichnet) enthalten, die Selbsttestroutinen oder dergleichen durchführen kann. Des Weiteren kann die Testeinheit für die Generierung und Beobachtung von Zellströmen herangezogen werden.

002220"64F42960



Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermittlung einer Mehrzahl von paket-orientierten Signalen, insbesondere für das Switching und Routing in lokalen Netzen nach dem Ethernet Standard,
- a) bei dem mehreren (N) Porteinheiten (3), die jeweils eine vorbestimmte Anzahl (n) von Ports (7) aufweisen, an einem, mehreren oder allen Ports jeweils ein Signal ( $S_{11}$  bis  $S_{nN}$ ) zugeführt werden kann und
- b) bei dem das Durchschalten eines Signals ( $S_{11}$  bis  $S_{nN}$ ) von einem Port (7) einer Porteinheit (3) auf einen Port (7) einer anderen Porteinheit (3) mittels einer zentralen Vermittlungseinheit (5) erfolgt, welche mit den Porteinheiten gekoppelt ist, wobei die Signalübertragung zwischen den Porteinheiten (7) und der zentralen Vermittlungseinheit (5) und umgekehrt schrittweise durch die Übertragung von Datenblöcken erfolgt,
- c) wobei jede Porteinheit (3) für jedes einem ihrer Ports (7) zugeführte Datenpaket dessen Adressinformation ermittelt und hieraus die Porteinheit (3) bestimmt, an welche das Paket zu übertragen ist, und wobei jede Porteinheit (3) das Datenpaket als Ganzes oder in mehrere Zellen segmentiert in einem ihr zugeordneten Pufferspeicher (9) ablegt,
- d) wobei jede Porteinheit (3) in vorgegebenen zeitlichen Abständen Verfügbarkeitsinformationen (CRreq) zusammenstellt, die beinhalten, an welche der jeweils anderen Porteinheiten (3) wenigstens ein Datenpaket oder eine Zelle übertragen werden soll,
- e) wobei die Porteinheiten (3) diese Verfügbarkeitsinformationen (CRreq) an die zentrale Vermittlungseinheit (5) übertragen,
- f) wobei die zentrale Vermittlungseinheit (5) die Verfügbarkeitsinformationen (CRreq) auswertet und nach einer vorgegebenen Vorschrift Berechtigungsinforma-

002220" 1572960

- 5 tionen (CRgnt) ermittelt, die beinhalten, von welchen Porteinheiten (3) (Sende-Porteinheiten) im nächsten Schritt oder in einem bestimmten der nächsten Schritte jeweils ein Datenpaket oder eine Zelle an welche jeweils andere Porteinheit (3) (Empfangs-Porteinheiten) übertragen werden kann, ohne dass eine Blockierung auftritt,
- 10 g) wobei die zentrale Vermittlungseinheit (5) die Berechtigungsinformationen (CRgnt) zumindest an die betreffenden Send-Porteinheiten (3) übermittelt,
- 15 h) wobei die Send-Porteinheiten (3) die jeweils freigegebene Datenpakete oder Zellen an die zentrale Vermittlungseinheit (5) übertragen und wobei die zentrale Vermittlungseinheit (5) die erforderlichen Pfade zwischen den Send-Porteinheiten (3) und den Empfangs-Porteinheiten (3) durchschaltet und die Datenpakete oder Zellen über die durchgeschalteten Pfade an die jeweiligen Empfangs-Porteinheiten (3) überträgt und
- 20 i) wobei die Empfangs-Porteinheiten (3) die Adressinformationen der empfangenen Datenpakete oder Zellen auswerten und die Datenpakete oder Zellen den betreffenden Ports (7) zuordnen, erforderlichenfalls die in mehreren Schritten empfangenen Zellen wieder zu Datenpaketen zusammenfassen und die Datenpakete über
- 25 die betreffenden Ports (7) ausgeben.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Übertragen der Verfügbarkeits- und Berechtigungsinformationen (Crreq, CRgnt) und der Datenpakete oder Zellen synchron in vorgegebenen Zeitintervallen erfolgt.
- 30
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Verfügbarkeitsinformationen im Header eines Pakets oder einer Zelle vorgesehen werden, das oder die von der betreffenden Porteinheit (3) an die zentrale Vermittlungseinheit (5) übertragen wird.
- 35

09627179.072700

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei die Verfügbarkeitsinformationen (CRreq) aus einer Anzahl von Bits bestehen, die der tatsächlichen oder maximal möglichen Anzahl von mit der zentralen Vermittlungseinheit (5) verbundenen oder verbindbaren Porteinheiten (3) entspricht, wobei die Position eines Bit innerhalb der Anzahl von Bits die Porteinheit anzeigt, an die ein Paket oder eine Zelle zur Übertragung zur Verfügung steht, und wobei ein binärer Zustand der Bits für das Vorhandensein eines zu übertragenden Datenpakets oder einer zu übertragenden Zelle steht und der jeweils andere binäre Zustand für das Fehlen.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Berechtigungsinformationen (CRreq) im Header eines Pakets oder einer Zelle vorgesehen werden, das oder die von der zentrale Vermittlungseinheit (5) an die betreffenden Porteinheit (3) übertragen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei die Berechtigungsinformationen (CRgnt) aus einer Anzahl von Bits bestehen, in welchen eine kodierte Bezeichnung für diejenige Porteinheit (3) enthalten ist, zu der von derjenigen Porteinheit (3), an welche diese Berechtigungsinformation (CRgnt) übermittelt wird, die Übertragung eines Datenpakets oder einer Zelle freigegeben wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Header eines Pakets oder einer Zelle die Porteinheit (3) und der Port (7) der Porteinheit (3) angegeben ist, an den das Paket oder die Zelle übertragen werden soll.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

00220-6272350

- 5 a) mit mehreren Porteinheiten (3), welche mit einer zentralen Vermittlungseinheit (5) verbunden sind,  
b) wobei die Porteinheiten (3) und die zentrale Vermittlungseinheit (5) jeweils eine Steuereinheit aufweisen, welche zur Durchführung der Verfahrensschritte nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet sind.
- 10 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der die zentrale Vermittlungseinheit (5) eine Einheit zur Kollisionsauflösung aufweist, die nach einer vorgegebenen Vorschrift möglichst faire Berechtigungsinformationen für den Fall erstellt, dass in mehreren Porteinheiten (3) zur selben Zeit mindestens ein Datenpaket oder eine Zelle zur Übertragung zu derselben anderen Porteinheit (3) zur Verfügung steht.
- 15 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der die Einheit zur Kollisionsauflösung integriert mit der zentralen Vermittlungseinheit (5) ausgebildet ist.
- 20 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei der die Steuereinheiten der Porteinheiten (3) jeweils eine Schnittstelleneinheit (Port IF) zur Kopplung der Porteinheiten (3) mit der zentralen Vermittlungseinheit (5) aufweisen und eine Protokolleinheit zur Durchführung der Porteinheit-internen Steueraufgaben.
- 25 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der die Protokolleinheit der Schnittstelleneinheit (Port IF) jeweils die Information übermittelt, ob für die jeweils anderen Porteinheiten (3) keine, eine einzige oder wenigstens zwei Datenpakete oder Zellen zur Übertragung zur Verfügung stehen, so dass die Schnittstelleneinheit (Port IF) nach Erhalt einer Berechtigungsinformation (CRgnt) für die jeweilig Porteinheit (3) ohne weitere Kommunikation mit der Protokolleinheit aus diesen Informationen die Verfügbar-
- 30  
35

002220" 67F2960

keitsinformationen für den nächsten Schritt oder einen bestimmten der nächsten Schritte ermitteln kann.

- 5 13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Schnittstelleneinheit (Port IF) die nach Erhalt der Berechtigungsinformationen (CRgnt) ermittelten nächsten Verfügbarkeitsinformationen (CRreq) sofort mit dem nächsten Datenpaket oder der nächsten Zelle an die zentrale Vermittlungseinheit (5) überträgt.

004220"64722960

## Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zur Vermittlung einer Mehrzahl von paket-orientierten Signalen

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vermittlung einer Mehrzahl von paket-orientierten Signalen, insbesondere für das Switching und Routing in lokalen Netzen nach dem Ethernet Standard, bei dem mehreren (N) Porteinheiten (3), die jeweils eine vorbestimmte Anzahl (n) von Ports (7) aufweisen, an einem, mehreren oder allen Ports jeweils ein Signal ( $S_{11}$  bis  $S_{nN}$ ) zugeführt werden kann und bei dem das Durchschalten eines Signals ( $S_{11}$  bis  $S_{nN}$ ) von einem Port (7) einer Porteinheit (3) auf einen Port (7) einer anderen Porteinheit (3) mittels einer zentralen Vermittlungseinheit (5) erfolgt, welche mit den Porteinheiten gekoppelt ist, wobei die Signalübertragung zwischen den Porteinheiten (7) und der zentralen Vermittlungseinheit (5) und umgekehrt schrittweise durch die Übertragung von Datenblöcken erfolgt. Jede Porteinheit (3) ermittelt für jedes einem ihrer Ports (7) zugeführte Datenpaket dessen Adressinformation und bestimmt hieraus die Porteinheit (3), an welche das Paket zu übertragen ist. Jede Porteinheit (3) legt das Datenpaket als Ganzes oder in mehrere Zellen segmentiert in einem ihr zugeordneten Pufferspeicher (9) ablegt. Jede Porteinheit (3) stellt in vorgegebenen zeitlichen Abständen Verfügbarkeitsinformationen (CRreq) zusammen, die beinhalten, an welche der jeweils anderen Porteinheiten (3) wenigstens ein Datenpaket oder eine Zelle übertragen werden soll. Die Porteinheiten (3) übertragen diese Verfügbarkeitsinformationen (CRreq) an die zentrale Vermittlungseinheit (5), wobei die zentrale Vermittlungseinheit (5) die Verfügbarkeitsinformationen (CRreq) auswertet und nach einer vorgegebenen Vorschrift Berechtigungsinformationen (CRgnt) ermittelt, die beinhalten, von welchen Porteinheiten (3) (Sende-Porteinheiten) im nächsten Schritt oder in einem bestimmten der nächsten Schritte jeweils ein Datenpaket oder eine Zelle an welche jeweils andere Porteinheit (3) (Emp-

09627179-072700

23

fangs-Porteinheiten) übertragen werden kann, ohne dass eine Blockierung auftritt. Die zentrale Vermittlungseinheit (5) übermittelt die Berechtigungsinformationen (CRgnt) zumindest an die betreffenden Sende-Porteinheiten (3), wobei die Sende-  
5 Porteinheiten (3) die jeweils freigegebene Datenpakete oder Zellen an die zentrale Vermittlungseinheit (5) übertragen und wobei die zentrale Vermittlungseinheit (5) die erforderlichen Pfade zwischen den Sende-Porteinheiten (3) und den Empfangs-  
10 Porteinheiten (3) durchschaltet und die Datenpakete oder Zellen über die durchgeschalteten Pfade an die jeweiligen Empfangs-Porteinheiten (3) überträgt. Die Empfangs-Porteinheiten (3) werten die Adressinformationen der empfangenen Datenpakete oder Zellen aus und ordnen die Datenpakete oder Zellen den betreffenden Ports (7) zu. Erforderlichenfalls fassen die  
15 Empfangs-Porteinheiten die in mehreren Schritten empfangenen Zellen wieder zu Datenpaketen zusammen und geben die Datenpakete über die betreffenden Ports (7) aus. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

20

Figur 1

004220"6772960

AND CHERN  
BOX 5480

SS06P